

## 日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENTUS  
J1000 U.S. PTO  
09/851968

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 5月12日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-140859

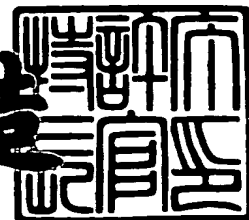
出 願 人  
Applicant (s):

日本電気株式会社

2001年 2月16日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3008558

【書類名】 特許願

【整理番号】 33409755

【提出日】 平成12年 5月12日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/10  
G02B 6/38

【発明の名称】 基板、光ファイバ接続端部材、光素子ハウジング部材、  
光モジュール及び基板の製造方法

【請求項の数】 11

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

    【氏名】 佐々木 純一

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

    【氏名】 蔵田 和彦

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

    【氏名】 清水 隆徳

【特許出願人】

    【識別番号】 000004237

    【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100108578

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 高橋 詔男

【代理人】

    【識別番号】 100064908

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【弁理士】

【氏名又は名称】 村山 靖彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709418

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 基板、光ファイバ接続端部材、光素子ハウジング部材、光モジュール及び基板の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光導波路を備え、少なくとも一方の側に位置決め用の段差が形成されていることを特徴とする基板。

【請求項 2】 前記光導波路には、それに接続される光素子が搭載されていることを特徴とする請求項 1 記載の基板。

【請求項 3】 前記光導波路に、光の伝搬方向に対して傾斜した斜め溝が形成され、該斜め溝には、前記光導波路を伝搬する光を該光導波路外に反射する光反射手段が設けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の基板。

【請求項 4】 前記光導波路に、光の伝搬方向に対して傾斜した斜め溝が形成され、該斜め溝には、前記光導波路を伝播する光から所望の範囲の波長の光を選択し該光導波路外に取り出す光波長選択手段を設けてなることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の基板。

【請求項 5】 光素子が搭載され、少なくとも一方の側に位置決め用の段差が形成されていることを特徴とする基板。

【請求項 6】 基板の一端部を収納し固定する孔が形成されかつ前記基板を光ファイバに光学的に接続する光ファイバ接続端部材において、

前記孔には、前記基板を位置決めするための段差が形成されていることを特徴とする光ファイバ接続端部材。

【請求項 7】 基板の一端部または他端部を収納し固定する孔が形成されかつ前記基板を光素子に光学的に接続する光素子ハウジング部材において、

前記孔には、前記基板を位置決めするための段差が形成されていることを特徴とする光素子ハウジング部材。

【請求項 8】 請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項記載の基板と、請求項 6 記載の光ファイバ接続端部材および／または請求項 7 記載の光素子ハウジング部材とを備えたことを特徴とする光モジュール。

【請求項 9】 2 つの前記光ファイバ接続端部材が前記光素子ハウジング部

材を挟んで対向配置され、前記光ファイバ接続端部材に収納・固定された前記基板と前記光素子ハウジング部材の光素子とが光学的に接続されていることを特徴とする請求項 8 記載の光モジュール。

【請求項 1 0】 前記基板は、弾性部材の弾性力により光ファイバ接続端部材に押圧されていることを特徴とする請求項 8 または 9 記載の光モジュール。

【請求項 1 1】 請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項記載の基板の製造方法であって、

異方性エッチングにより、前記基板の少なくとも一方の側に位置決め用の段差を形成することを特徴とする基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板、光ファイバ接続端部材、光素子ハウジング部材、光モジュール及び基板の製造方法に関し、特に、基板の光導波路または基板に搭載された光素子と、光ファイバ接続端部材に接続される光ファイバコネクタの光ファイバまたは光素子ハウジング部材に設けられた光素子とを、無調芯かつ高精度に接続可能な基板、光ファイバ接続端部材、光素子ハウジング部材、光モジュール及び基板の製造方法に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

高帯域光通信網やコンピュータ間の高速データ伝送には、並列光モジュールや多芯の光送受信モジュール等が必要である。これらのモジュールに対しては、より高品質化、より低コスト化が求められており、これまで以上に部品点数の削減、モジュール構造の簡素化、製造工程の省力化等が不可欠となる。

また、光モジュールを装置に組み込む際には、通常のピグテール付きモジュールでは、光ファイバの余長処理、即ち光モジュールに取り付けられた光ファイバを収納するための空間が余分に必要になるという問題点がある。したがって、光ファイバの取り外しが可能な、光ファイバレセプタクル付き光モジュールを用いることが望ましい。

## 【 0 0 0 3 】

この光モジュールに多芯光ファイバレセプタクル構造を適用するためには、多芯光ファイバコネクタとの接続に用いるガイドピン、もしくはガイドピン挿入孔と、光モジュールの光軸との相対位置を高精度に調芯させる必要がある。

この調芯方法としては、例えば、光モジュールを発光させた状態で光ファイバに最も強く光が入射するように、この光モジュールとレセプタクルを相対移動させて位置調整し、その後、このレセプタクルを光モジュールに固定する、いわゆるアクティブアライメントが考えられている。

## 【 0 0 0 4 】

しかしながら、このアクティブアライメントでは、光モジュールとレセプタクルの位置調整を精密な手作業で行う必要があるために、光モジュールが高コストになる要因になっている。光モジュールの低コスト化のためには、このような精密な手作業による調芯は避けるべきであり、無調芯で組み立てることのできる構造の光モジュールが求められている。

## 【 0 0 0 5 】

図 1 5 は、特開平 8 - 2 4 8 2 6 9 号公報に開示されている無調芯組立構造の多芯光モジュールの一例である光導波路部品を示す分解斜視図、図 1 6 は同一部破断斜視図であり、この光導波路部品は、光導波路部品本体 1 0 0 の両端部 1 0 0 a, 1 0 0 b に、別体の接続端部材 1 0 1, 1 0 1 がそれぞれ挿通固定されている。

光導波路部品本体 1 0 0 は、基板 1 0 2 と、クラッド部 1 0 3 と、複数本のコア 1 0 4 a からなる光導波路コア部 1 0 4 とを備えている。クラッド部 1 0 3 の上面には、光導波路コア部 1 0 4 の両側に 2 条の V 字溝 1 0 5 a, 1 0 5 b が形成されている。

## 【 0 0 0 6 】

接続端部材 1 0 1 は、その一方の端面 1 0 6 a から他方の端面 1 0 6 b まで貫通する透孔 1 0 7 とガイドピン挿入孔 1 0 8 a, 1 0 8 b が形成され、透孔 1 0 7 内には、前記 V 字溝 1 0 5 a, 1 0 5 b と嵌合する V 字突起 1 0 9 a, 1 0 9 b が形成されている。

この光導波路部品では、光導波路部品本体 1 0 0 の一方の端部 1 0 0 a を、接続端部材 1 0 1 の透孔 1 0 7 に、その V 字溝 1 0 5 a, 1 0 5 b が V 字突起 1 0 9 a, 1 0 9 b に嵌合した状態で挿通し、光導波路コア部 1 0 4 の各コア 1 0 4 a の端面と接続端部材 1 0 1 の端面 1 0 6 a とを面一とし、この状態を保持して両者を接着し固定することにより、光導波路部品本体 1 0 0 と接続端部材 1 0 1 を無調芯で固定することができる。

## 【 0 0 0 7 】

ところで、この光導波路部品では、光導波路部品本体 1 0 0 を、接続端部材 1 0 1 に、V 字溝 1 0 5 a, 1 0 5 b が V 字突起 1 0 9 a, 1 0 9 b に嵌合した状態で挿通するために、V 字溝 1 0 5 a, 1 0 5 b や V 字突起 1 0 9 a, 1 0 9 b が破損し易いという問題がある。

## 【 0 0 0 8 】

そこで、この問題を回避した光導波路部品が特開平 8 - 2 4 8 2 6 9 号公報に開示されている。

この光導波路部品は、図 1 7 に示すように、接続端部材 1 0 1 の透孔 1 0 7 内の前記光導波路部品本体 1 0 0 の V 字溝 1 0 5 a, 1 0 5 b と対向する位置に、略同一形状の V 字溝 1 1 1 a, 1 1 1 b を形成したもので、V 字溝 1 0 5 a, 1 1 1 a 間及び V 字溝 1 0 5 b, 1 1 1 b 間にそれぞれ光ファイバ 1 1 2 等を介在させて位置決めを行う構成である。

## 【 0 0 0 9 】

また、上記問題を回避した他の一例として、特開平 9 - 1 0 5 8 3 8 号公報に開示された光導波路装置がある。

この光導波路装置は、図 1 8 に示すように、基板 2 0 1 上にコア部 2 0 6 とクラッド部 2 0 5 を形成した導波路チップ 2 0 1 の接続端面 2 2 5 a, 2 2 5 b 側に、嵌合凹部 2 1 6 によって導波路チップ 2 0 1 の両側面と上面 2 1 0 を囲んで嵌合する接続端部材 2 0 2, 2 0 3 を嵌合装着し、図 1 9 に示す光導波路装置とする。

この光導波路装置では、導波路チップ 2 0 1 の上面 2 1 0 の両側に形成された V 字溝 2 0 8 a, 2 0 8 b と、接続端部材 2 0 2, 2 0 3 の嵌合凹部 2 1 6 の V

字溝 2 0 8 a, 2 0 8 b に対応する位置に形成された逆 V 字溝 2 1 4, 2 1 5 とにより、光ファイバ 2 0 9 の両端側を挟み、導波路チップ 2 0 1 と接続端部材 2 0 2, 2 0 3 の位置決めを行っている。

#### 【 0 0 1 0 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述した従来の光導波路部品や光導波路装置では、微小部品である光ファイバを V 字溝もしくは逆 V 字溝に合わせて載置する必要があり、高精度を得ることが難しいという問題点があった。

また、これら光導波路部品や光導波路装置において問題とされるのは、V 字溝の精度である。そこで、特開平 9 - 1 0 5 8 3 8 号公報には、V 字溝の精度を向上させる方法が開示されている。

この方法は、機械加工により V 字溝を形成する方法、あるいはエッチング加工により矩形溝を形成する方法であるが、一般に、これらの方法ではサブミクロンの桁の精度を達成することは難しく、シングルモード光ファイバアレイへ適用する場合に問題となる。

#### 【 0 0 1 1 】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであって、基板の光導波路または基板に搭載された光素子と、光ファイバ接続端部材に接続される光ファイバコネクタの光ファイバまたは光素子ハウジング部材に設けられた光素子とを、無調芯かつ高精度に接続することができ、しかも簡素な構造で、安定的に実現することができる基板、光ファイバ接続端部材、光素子ハウジング部材、光モジュール及び基板の製造方法を提供することを目的とする。

#### 【 0 0 1 2 】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は次のような基板、光ファイバ接続端部材、光素子ハウジング部材、光モジュール及び基板の製造方法を採用した。

すなわち、本発明の請求項 1 記載の基板は、光導波路を備えた基板において、その基板の少なくとも一方の側に位置決め用の段差が形成されていることを特徴とする。



## 【 0 0 1 3 】

請求項 2 記載の基板は、請求項 1 記載の基板において、前記光導波路には、それに接続される光素子が搭載されていることを特徴とする。

## 【 0 0 1 4 】

請求項 3 記載の基板は、請求項 1 または 2 記載の基板において、前記光導波路に、光の伝搬方向に対して傾斜した斜め溝を形成し、該斜め溝に、前記光導波路を伝搬する光を該光導波路外に反射する光反射手段を設けたことを特徴とする。

## 【 0 0 1 5 】

請求項 4 記載の基板は、請求項 1 または 2 記載の基板において、前記光導波路に、光の伝搬方向に対して傾斜した斜め溝を形成し、該斜め溝に、前記光導波路を伝播する光から所望の範囲の波長の光を選択し該光導波路外に取り出す光波長選択手段を設けたことを特徴とする。

## 【 0 0 1 6 】

請求項 5 記載の基板は、光素子を搭載した基板において、その基板の少なくとも一方の側に位置決め用の段差が形成されていることを特徴とする。

## 【 0 0 1 7 】

請求項 6 記載の光ファイバ接続端部材は、基板の一端部を収納し固定する孔が形成されかつ前記基板を光ファイバに光学的に接続する光ファイバ接続端部材において、前記孔には、前記基板を位置決めするための段差が形成されていることを特徴とする。

## 【 0 0 1 8 】

請求項 7 記載の光素子ハウジング部材は、基板の一端部または他端部を収納し固定する孔が形成されかつ前記基板を光素子に光学的に接続する光素子ハウジング部材において、前記孔には、前記基板を位置決めするための段差が形成されていることを特徴とする。

## 【 0 0 1 9 】

請求項 8 記載の光モジュールは、請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項記載の基板と、請求項 6 記載の光ファイバ接続端部材および／または請求項 7 記載の光素子ハウジング部材とを備えたことを特徴とする。

## 【 0 0 2 0 】

請求項 9 記載の光モジュールは、請求項 8 記載の光モジュールにおいて、2つの前記光ファイバ接続端部材が前記光素子ハウジング部材を挟んで対向配置され、前記光ファイバ接続端部材に収納・固定された前記基板と前記光素子ハウジング部材の光素子とが光学的に接続されていることを特徴とする。

## 【 0 0 2 1 】

請求項 10 記載の光モジュールは、請求項 8 または 9 記載の光モジュールにおいて、前記基板は、弾性部材の弾性力により光ファイバ接続端部材に押圧されていることを特徴とする。

## 【 0 0 2 2 】

請求項 11 記載の基板の製造方法は、請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項記載の基板の製造方法であって、異方性エッチングにより、前記基板の少なくとも一方の側に位置決め用の段差を形成することを特徴とする。

## 【 0 0 2 3 】

## 【発明の実施の形態】

本発明の光モジュール及びその製造方法の各実施の形態について図面に基づき説明する。

## 【 0 0 2 4 】

## 〔第 1 の実施の形態〕

図 1 は本発明の第 1 の実施の形態の光モジュールを示す分解斜視図、図 2 は同光モジュールの横断面図であり、図において、符号 1 は光導波路基板（光導波路を備えた基板）、2 は光導波路基板 1 の端部を収納し固定する光ファイバ接続端部材である。

光導波路基板 1 は、矩形状の Si 基板 3 上に、複数のコア 4 a をクラッド 4 b で埋め込んだ石英製の多芯構造の光導波路 4 が形成され、この Si 基板 3 の上面の両側には、その長手方向に沿って Si の異方性エッチングにより高精度の段差 5, 5 が形成されている。

## 【 0 0 2 5 】

光ファイバ接続端部材 2 は、プラスチックからなるハウジング 11 の一端面 1

1 a が研磨によって平坦化されており、この一端面 1 1 a から他端面 1 1 b に貫通するように、光ファイバコネクタと接続する際にそのガイドピンを挿入するためのガイドピン挿入孔 1 2、1 2、及び光導波路基板 1 の端部を収納し固定するための貫通孔 1 3 が形成されている。この貫通孔 1 3 には、ハウジング 1 1 の下面に開口するキャビティ 1 4 が形成されるとともに、その内部には光導波路基板 1 に形成された段差 5, 5 と相補形状の段差 1 5, 1 5 が形成されている。このガイドピン挿入孔 1 2 の直径は、例えば 0.7 mm である。

#### 【0026】

この光ファイバ接続端部材 2 は、トランスファー成形により、段差 1 5, 1 5 とガイドピン挿入孔 1 2, 1 2 との相対位置が十分な精度となるように成形される。また、段差 5, 5 及び段差 1 5, 1 5 の斜面の角度は、例えば、45 度である。

#### 【0027】

この光モジュールでは、光導波路基板 1 を光ファイバ接続端部材 2 の貫通孔 1 3 に挿入した後、この光導波路基板 1 を押圧用部材等を用いてキャビティ 1 4 から光ファイバ接続端部材 2 の上面に向かって押し付け、光導波路基板 1 を光ファイバ接続端部材 2 にエポキシ接着剤等により接着し固定する。

この際、光導波路基板 1 の段差 5, 5 は、光ファイバ接続端部材 2 の段差 1 5, 1 5 と自動整合的に高精度で整合される。

#### 【0028】

この光モジュールによれば、光導波路基板 1 の両側部に、その長手方向に沿って段差 5, 5 を形成し、光ファイバ接続端部材 2 の貫通孔 1 3 の内部に、前記段差 5, 5 と相補形状の段差 1 5, 1 5 を形成したので、この光導波路基板 1 を光ファイバ接続端部材 2 に接着、固定する際に、これら段差 5, 5 及び段差 1 5, 1 5 が互いに整合され、高精度の位置合わせが可能になる。

#### 【0029】

これにより、光導波路基板 1 のコア 4 a と、光ファイバ接続端部材 2 のガイドピン挿入孔 1 2, 1 2 との相対位置を、無調芯で高精度に整合することができ、したがって、光導波路基板 1 のコア 4 a と、光ファイバ接続端部材 2 に接続され

る光ファイバコネクタの光ファイバとを、無調芯かつ高精度に接続することができる。

### 【0030】

#### 〔第2の実施の形態〕

図3は本発明の第2の実施の形態の光モジュールを示す分解斜視図であり、本実施の形態の光モジュールが上述した第1の実施の形態の光モジュールと異なる点は、第1の実施の形態では光導波路基板1がSi基板3上に複数のコア4aをクラッド4bで埋め込んだ石英製の光導波路4を形成したのみの構成であるのに対し、本実施の形態の光モジュールでは、Si基板3上に、光導波路4にレーザ光を入射するための半導体レーザ（光素子）21を搭載することにより、ハイブリッド光集積モジュールとした点である。

### 【0031】

この光モジュールでは、Si基板3上に、光導波路4に加えて光素子である半導体レーザ21を搭載したので、光モジュールをハイブリッド化することができる。

### 【0032】

#### 〔第3の実施の形態〕

図4は本発明の第3の実施の形態の光モジュールを示す分解斜視図であり、本実施の形態の光モジュールが上述した第1の実施の形態の光モジュールと異なる点は、第1の実施の形態では光導波路基板1がSi基板3上に複数のコア4aをクラッド4bで埋め込んだ石英製の光導波路4を形成した構成であるのに対し、本実施の形態の光モジュールでは、半導体レーザ21の搭載されたSiサブマウント（光素子を備えた基板）31の両側に異方性エッチングにより第1の実施の形態と同様の段差5, 5を形成し、このSiサブマウント31を光ファイバ接続端部材2に挿入し、半導体レーザ21の発光面が光ファイバ接続端部材2の一端面11aと面一になるように位置合わせを行い、このSiサブマウント31を光ファイバ接続端部材2に接着剤等で固定した点である。

### 【0033】

この光モジュールでは、半導体レーザ21と図示しない外部の光ファイバとが

光導波路を介さずに直接結合する。また、半導体レーザ 2 1 はハンダバンプを用いたセルフアラインにより、S i サブマウント 3 1 上の所定の位置に自動的に高精度に実装される。

#### 【 0 0 3 4 】

この光モジュールによれば、このような構造にすることで、短尺の光ファイバや光導波路を光モジュール内に実装する必要が無く、部品点数を削減することができ、製造コストを低減し安価なものとすることができる。

また、光結合点数が少なくなるので、光結合部分における反射及び結合損失を低減することができる。また、光素子と光ファイバとの結合を光軸無調整にて達成することができる。

#### 【 0 0 3 5 】

なお、この光モジュールにおいては、半導体レーザ 2 1 だけでなく、他の発光素子、もしくはフォトダイオード ( P D ) やアバランシェフォトダイオード ( A P D ) 等の受光素子、あるいは複数の光素子を搭載した構成としてもよい。また、半導体レーザ 2 1 等の発光素子、あるいはフォトダイオード ( P D ) やアバランシェフォトダイオード ( A P D ) 等の受光素子の周囲を透明樹脂により封止した構成としてもよい。

#### 【 0 0 3 6 】

透明樹脂で封止した場合、樹脂が光ファイバ接続端部材 2 の貫通孔 1 3 から外にはみ出すが、はみ出した樹脂は研磨によって切削し、平坦化すればよい。また、予め光ファイバ接続端部材 2 の貫通孔 1 3 の光ファイバ側出口をガラス板等でふさいだ状態で樹脂封止を行えば、研磨を必要とせずに平坦な端面が得られる。また、このガラス板に無反射コーティングを施せば、反射防止対策としても有効である。

#### 【 0 0 3 7 】

さらに、S i サブマウント 3 1 にレーザ用ドライバや受光素子用プリアンプ等の電子部品を搭載すれば、これらの電子部品と光素子との間の配線長を短縮することができるため、光モジュールの高速動作に有効である。

#### 【 0 0 3 8 】

## 〔第 4 の実施の形態〕

図 5 は本発明の第 4 の実施の形態の光モジュールを示す分解斜視図であり、本実施の形態の光モジュールは、光素子ハウジング部材 4 1 の内部に、ハンダバンブを用いたセルフアライン方式により半導体レーザ 2 1 を搭載した S i サブマウント 4 2 を挿入し接着した構成である。

この光素子ハウジング部材 4 1 には、光ファイバ接続端部材 2 と同様に貫通孔 4 3 及び段差 4 4 が形成されており、S i サブマウント 4 2 の両側にも前記段差 4 4 と相補形状の段差 4 5 が形成されている。

## 【 0 0 3 9 】

この光モジュールでは、S i サブマウント 4 2 と光素子ハウジング部材 4 1 との接着位置の精度は、S i サブマウント 4 2 に形成された段差 4 5 と光素子ハウジング部材 4 1 に形成された段差 4 4 を整合させて固定することにより達成することができる。

## 【 0 0 4 0 】

次いで、光ファイバ接続端部材 2 に光導波路基板 1 の端部を挿入する。このとき第 1 の実施の形態と同様に、光導波路基板 1 と光ファイバ接続端部材 2 が位置決め固定される。次に、光導波路基板 1 の他方の端部を光素子ハウジング部材 4 1 の貫通孔 4 3 に挿入する。このとき光導波路基板 1 と光素子ハウジング部材 4 1 の接続位置の精度は、S i 基板 3 に形成された段差 5 と光素子ハウジング部材 4 1 に形成された段差 4 4 を整合させて固定することにより達成することができる。また、半導体レーザ 2 1 の S i サブマウント 4 2 上での位置精度は、前述のセルフアラインにより無調整で達成することができる。

## 【 0 0 4 1 】

以上により、光導波路基板 1 に形成された段差 5 と光素子ハウジング部材 4 1 に形成された段差 4 4 とを整合し、固定することにより、半導体レーザ 2 1 と光導波路基板 1 との接続を無調芯で達成することができる。この半導体レーザ 2 1 は、外部の光ファイバと光導波路 4 を介して結合される。

## 【 0 0 4 2 】

上述した第 2 の実施の形態では、光導波路基板 1 に半導体レーザ 2 1 が搭載さ

れた状態で光ファイバ接続端部材 2 の端面 1 1 a を研磨する必要があるが、本実施の形態では、予め光ファイバ接続端部材 2 の端面 1 1 a を研磨してから半導体レーザ 2 1 と組み合わせることができる。したがって、搭載される半導体レーザ 2 1 等の光素子に研磨時の振動を与えたくない場合には、この構成が効果的である。

#### 【 0 0 4 3 】

##### [ 第 5 の実施の形態 ]

図 6 は本発明の第 5 の実施の形態の光モジュールを示す分解斜視図であり、本実施の形態の光モジュールは、光素子ハウジング部材 4 1 の内部に、半導体光増幅器 5 1 を搭載した S i サブマウント 5 2 を挿入した構成である。

この S i サブマウント 5 2 の両側には、光素子ハウジング部材 4 1 の段差 4 4 と相補形状の段差 5 3 が形成されている。

#### 【 0 0 4 4 】

S i サブマウント 5 2 と光素子ハウジング部材 4 1 との接着位置の精度は、第 4 の実施の形態と同様に、S i サブマウント 5 2 に形成された段差 5 3 と光素子ハウジング部材 4 1 に形成された段差 4 4 を整合させて固定することにより達成することができる。

また、半導体光増幅器 5 1 の S i サブマウント 5 2 上での位置精度は、セルフアラインにより達成される。

#### 【 0 0 4 5 】

次に、光導波路基板 1 を挿入し固定した光ファイバ接続端部材 2 を 2 つ用意し、これらを光素子ハウジング部材 4 1 を挟んで対向配置し、光素子ハウジング部材 4 1 の貫通孔 4 3 に、その両側から光導波路基板 1 のそれぞれの他の端部を挿入する。それぞれの光導波路基板 1 の一方の端部には光ファイバ接続端部材 2 が挿入固定されているので、外部の光ファイバと接続可能である。

#### 【 0 0 4 6 】

光素子ハウジング部材 4 1 と光導波路基板 1、1 の接着位置の精度、及び光導波路基板 1 と光ファイバ接続端部材 2 の接着位置の精度は、第 4 の実施の形態の光モジュールと同様に達成することができる。

## 【 0 0 4 7 】

## 〔第 6 の実施の形態〕

図 7 は本発明の第 6 の実施の形態の光モジュールを示す断面図であり、本実施の形態の光モジュールは、光導波路基板 1 の光導波路 4 に斜め溝 5 5 を形成し、この斜め溝 5 5 にミラー 5 6 を挿入し、さらにバンプ 5 7 を介して受光素子 5 8 を搭載した構成である。

## 【 0 0 4 8 】

この光モジュールでは、光導波路 4 を伝搬してきた光がミラー 5 6 によって反射し、受光素子 5 8 に入射する。

ここで、ミラー 5 6 を波長選択膜とすると、波長多重の光信号が光導波路 4 を伝搬してきた場合に、この光信号のうちある領域の波長を選択的に取り出して受光することができる。

また、受光素子 5 8 の替りに面発光レーザを搭載してもよい。これにより、面発光レーザを用いた光送信モジュールとなる。

## 【 0 0 4 9 】

## 〔第 7 の実施の形態〕

図 8 は本発明の第 7 の実施の形態の光モジュールを示す分解斜視図、図 9 は該光モジュールの S i サブマウントを示す拡大斜視図であり、本実施の形態の光モジュールは、S i サブマウント 6 1 に半導体レーザ 2 1 と表面受光型の受光素子 5 8 がセルフアラインにより無調整かつ高精度に実装されている。

## 【 0 0 5 0 】

この S i サブマウント 6 1 は、セラミック板 6 2 上に、分割された複数（この場合、2 つ）の S i 基板 6 3 a、6 3 b が貼り付けられ、これら S i 基板 6 3 a、6 3 b の間には鉄板からなる電磁遮蔽板 6 4 が設けられ、S i 基板 6 3 a、6 3 b の互いに離間する側の端部には段差 6 5 がそれぞれ形成されている。

そして、受光素子 5 8 が搭載される S i 基板 6 3 a には、異方性エッチングにより V 溝ミラー 6 6 が形成されている。この S i サブマウント 6 1 を挿入し固定する光ファイバ接続端部材 2 の貫通孔 1 3 には、平板マイクロレンズ 6 8 が貼り付けられている。V 溝ミラー 6 6 は、S i 基板 6 3 a に段差 6 5 を形成する際に



同時に形成しても良い。

【0051】

この光モジュールでは、半導体レーザ21および受光素子58の形状は、例えば、ともに300 $\mu$ m角、厚さ100 $\mu$ mとされ、これらをSiサブマウント61に搭載するためのハンダバンプ57はAu-Snを主成分とするハンダが好適に用いられる。このハンダバンプ57の形状は、例えば、幅25 $\mu$ m、長さ140 $\mu$ m、高さ15 $\mu$ mとされ、素子1個あたりのバンプ数は4個とされる。

【0052】

この光モジュールでは、V溝ミラー66が形成されているので、半導体レーザ21の出射点と受光素子58の入射点に段差が生じるが、平板マイクロレンズ68を貼り付け、レンズ中心高さにオフセットを設けることにより段差を補正することができる。即ち、図10(a)に示すように、半導体レーザ21から出射した光は直線的に平板マイクロレンズ68を通過し、光ファイバに集光される。

【0053】

また、図10(b)に示すように、受光素子58に向かって進行する光は、光軸オフセットされた平板マイクロレンズ68によって下方に屈折された後、V溝ミラー66によって上方に屈折されて受光素子58に入射する。

このような構成とすることにより、半導体レーザ21と受光素子58の信号線間で生じる電氣的なクロストークを低減することができる。

【0054】

[第8の実施の形態]

図11は本発明の第8の実施の形態の光モジュールを示す斜視図であり、本実施の形態の光モジュールは、2個のSiサブマウント31a, 31bを光ファイバ接続端部材73の貫通孔74に挿入し固定した構成である。この貫通孔74には平板マイクロレンズ75が貼り付けられている。

【0055】

第1のSiサブマウント31aには半導体レーザ21が、第2のSiサブマウント31bには表面受光型の受光素子58が実装されており、受光素子58の下部にはV溝ミラー66が形成されている。そして、2個のSiサブマウント31

a, 31bの間には板バネ76が設けられている。

第1及び第2のSiサブマウント31a、31bには段差5が、光ファイバ接続端部材73には段差15がそれぞれ形成されており、これらの段差5、15が整合し位置決め固定される。

#### 【0056】

このように、半導体レーザ21と受光素子58の搭載されるSiサブマウントを分離することにより、ガイドピン挿入孔12の間隔が狭く、2個のガイドピン挿入孔12の間にSiサブマウント31を配置する場合に比べて、実装面積に余裕ができる。また、半導体レーザ21と受光素子58の信号線間で生じる電氣的なクロストークを低減することができる。

#### 【0057】

この光モジュールでは、2個のSiサブマウント31a、31bの間に板バネ76を設け、それぞれの段差5を光ファイバ接続端部材73の段差15に押圧する構造にすることで確実かつ容易にこれらの部材を位置決め固定することができる。

#### 【0058】

##### 〔第9の実施の形態〕

図12は本発明の第9の実施の形態の光モジュールを示す分解斜視図であり、本実施の形態の光モジュールは、Siサブマウント81上に面発光半導体レーザ82および表面入射型の受光素子83が搭載され、その周囲に段差84が形成されている。また、光ファイバ接続端部材85にも段差84と相補形状の段差86が形成されている。

#### 【0059】

これら光素子のSiサブマウント81上での位置精度はマーカ目合わせ方式によるパッシブアラインにより達成される。

この光モジュールでは、Siサブマウント81に光ファイバ接続端部材85を、双方に設けた段差を整合させることで高精度に位置決め固定される。

#### 【0060】

本実施の形態では、面発光半導体レーザ82および表面入射型の受光素子83

の光軸がSiサブマウント81に対して垂直であるため、ガイドピン挿入孔12もSiサブマウント81と垂直になるように形成される。

図13は本実施の形態の光モジュールの変形例を示す断面図であり、光ファイバ接続端部材85の下方からはSiサブマウント81を、上方からは平板マイクロレンズ75をそれぞれ位置決め固定する構成とされている。

#### 【0061】

##### [第10の実施の形態]

図14は本発明の第10の実施の形態の光モジュールの製造方法を示す過程図であり、まず、図14(a)に示すように、Si基板91上に石英からなる光導波路層92を形成する。ここで、Si基板91の厚みは0.8mmで、このSi基板91上に、化学気相堆積法(CVD法)によって光導波路層92を堆積させる。また、光導波路のコア4aは断面5 $\mu$ m角、クラッド4bの厚さは上部、下部とも15 $\mu$ mとする。コア4aの間隔は、例えば250 $\mu$ m、1個の光導波路基板に形成されるコア4aの本数は12本とする。

#### 【0062】

次に、図14(b)に示すように、光導波路層92の不要部分をエッチングによって除去し、光導波路4を形成する。このエッチングは16バフファードフッ酸を用いて行う。

次に、図14(c)に示すように、Si基板91を異方性エッチングすることによって、光導波路4の両側に段差5を形成する。この異方性エッチングは、水酸化カリウム水溶液(KOH)を用いて行う。

このSi基板91のエッチング部分の深さは150 $\mu$ m、幅は300 $\mu$ m程度、エッチングにより生じる斜面のSi基板面とのなす角は54.7度である。

#### 【0063】

最後に、図14(d)に示すように、Si基板91をダイシングすることで光導波路基板1を作製する。

なお、Siサブマウント31についても、これに準じた方法で作製することができる。

#### 【0064】

以上、本発明の光モジュール及びその製造方法の各実施形態について図面に基  
づき説明してきたが、具体的な構成は本実施形態に限定されるものではなく、本  
発明の要旨を逸脱しない範囲で設計の変更等が可能である。

例えば、光ファイバ接続端部材 2 に板バネ等の弾性部材を設け、この弾性部材  
の弾性力によって光導波路基板 1 を光ファイバ接続端部材 2 の貫通孔 1 3 内側に  
押圧する構造としても良い。これにより、光導波路基板 1 と光ファイバ接続端部  
材 2 との段差の整合をより容易に行うことができる。

#### 【0065】

また、光ファイバ接続端部材 2 の端面を斜め端面とすることで、光ファイバと  
光導波路 4 との接続部での反射の影響を軽減することができる。

また、光導波路基板 1 を光ファイバ接続端部材 2 の貫通孔 1 3 に挿入する際、  
光導波路基板 1 の端面を光ファイバ接続端部材 2 よりも突き出した状態で接着した  
後、端面研磨すると、光導波路 4 の端面が光ファイバ接続端部材 2 の端面 1 1 a  
からわずかに突き出した状態で仕上げることができ、光ファイバとの接続を行う際  
、フィジカルコンタクトが達成でき、反射による影響を軽減できる。

#### 【0066】

また、光導波路 4 の端面のダメージが懸念される場合は、光導波路基板 1 を光  
ファイバ接続端部材 2 に挿入する際、光導波路基板 1 の端面が光ファイバ接続端  
部材 2 の端面 1 1 a よりも引っ込んだ状態で接着・固定した後、光導波路基板 1  
の端面に透明充填材を充填し、光導波路 4 の端面を保護する様にしても良い。

#### 【0067】

また、光素子を搭載した S i サブマウント 3 1 を光素子ハウジング部材 4 1 あ  
るいは光ファイバ接続端部材 2 に挿入する場合、透明樹脂等で S i サブマウント  
3 1 および光素子を封止することにより光モジュールの信頼性を確保することが  
できる。

#### 【0068】

##### 【発明の効果】

以上説明した様に、本発明の基板によれば、少なくとも一方の側に位置決め用  
の段差を形成したので、該基板の一端部を光ファイバ接続端部材および／または

光素子ハウジング部材の孔に収納する際に、基板と、光ファイバ接続端部材および／または光素子ハウジング部材との相対位置を機構的な位置決めのみで高精度に達成することができる。したがって、光素子を発光させることなく基板の光導波路や光素子と、光ファイバ接続端部材の光ファイバおよび／または光素子ハウジング部材の光素子との光軸を調芯することができる。

## 【 0 0 6 9 】

また、前記光導波路に、光の伝搬方向に対して傾斜した斜め溝を形成し、該斜め溝に、前記光導波路を伝搬する光を該光導波路外に反射する光反射手段を設けたので、光導波路を伝搬してきた光を該光導波路外に容易に取り出すことができる。

## 【 0 0 7 0 】

また、前記光導波路に、光の伝搬方向に対して傾斜した斜め溝を形成し、該斜め溝に、前記光導波路を伝播する光から所望の範囲の波長の光を選択し該光導波路外に取り出す光波長選択手段を設けたので、波長多重の光信号が光導波路を伝搬してきた場合に、この光信号のうちある領域の波長を選択的に取り出して受光することができる。

## 【 0 0 7 1 】

本発明の光ファイバ接続端部材によれば、基板の一端部を収納し固定する孔に前記基板を位置決めするための段差を形成したので、基板の一端部を光ファイバ接続端部材の孔に収納する際に、基板と、光ファイバ接続端部材との相対位置を機構的な位置決めのみで高精度に達成することができる。したがって、光素子を発光させることなく基板の光導波路や光素子と、光ファイバ接続端部材の光ファイバとの光軸を調芯することができる。

## 【 0 0 7 2 】

本発明の光素子ハウジング部材によれば、基板の一端部または他端部を収納し固定する孔に前記基板を位置決めするための段差を形成したので、基板の一端部を光素子ハウジング部材の孔に収納する際に、基板と、光素子ハウジング部材との相対位置を機構的な位置決めのみで高精度に達成することができる。したがって、光素子を発光させることなく基板の光導波路や光素子と、光素子ハウジング

部材の光素子との光軸を調芯することができる。

【0073】

本発明の光モジュールによれば、本発明の基板と、本発明の光ファイバ接続端部材および／または光素子ハウジング部材とを備えたので、基板と、光ファイバ接続端部材および／または光素子ハウジング部材との相対位置を機構的な位置決めのみで高精度に達成することができる。したがって、光素子を発光させることなく基板の光導波路や光素子と、光ファイバ接続端部材の光ファイバおよび／または光素子ハウジング部材の光素子との光軸を調芯することができる。

【0074】

また、前記基板を、弾性部材の弾性力により光ファイバ接続端部材に押圧したので、基板と光ファイバ接続端部材との段差の整合をより容易に行うことができる。

【0075】

本発明の基板の製造方法によれば、異方性エッチングにより、前記基板の少なくとも一方の側に位置決め用の段差を形成するので、基板に高精度の段差を容易に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態の光モジュールを示す分解斜視図である。

【図2】 本発明の第1の実施の形態の光モジュールを示す横断面図である。

【図3】 本発明の第2の実施の形態の光モジュールを示す分解斜視図である。

【図4】 本発明の第3の実施の形態の光モジュールを示す分解斜視図である。

【図5】 本発明の第4の実施の形態の光モジュールを示す分解斜視図である。

【図6】 本発明の第5の実施の形態の光モジュールを示す分解斜視図である。

【図 7】 本発明の第 6 の実施の形態の光モジュールを示す断面図である。

【図 8】 本発明の第 7 の実施の形態の光モジュールを示す分解斜視図である。

【図 9】 本発明の第 7 の実施の形態の光モジュールの Si サブマウントを示す拡大斜視図である。

【図 10】 本発明の第 7 の実施の形態の光モジュールの段差を補正した例を示す断面図である。

【図 11】 本発明の第 8 の実施の形態の光モジュールを示す斜視図である。

【図 12】 本発明の第 9 の実施の形態の光モジュールを示す分解斜視図である。

【図 13】 本発明の第 9 の実施の形態の光モジュールの変形例を示す断面図である。

【図 14】 本発明の第 10 の実施の形態の光モジュールの製造方法を示す過程図である。

【図 15】 従来の光導波路部品を示す分解斜視図である。

【図 16】 従来の光導波路部品を示す一部破断斜視図である。

【図 17】 従来の光導波路部品の他の例を示す断面図である。

【図 18】 従来の光導波路装置を示す分解斜視図である。

【図 19】 従来の光導波路装置を示す斜視図である。

【符号の説明】

- 1 光導波路基板
- 2 光ファイバ接続端部材
- 3 Si 基板
- 4 光導波路
  - 4 a コア
  - 4 b クラッド
- 5 段差
  - 11ハウジング

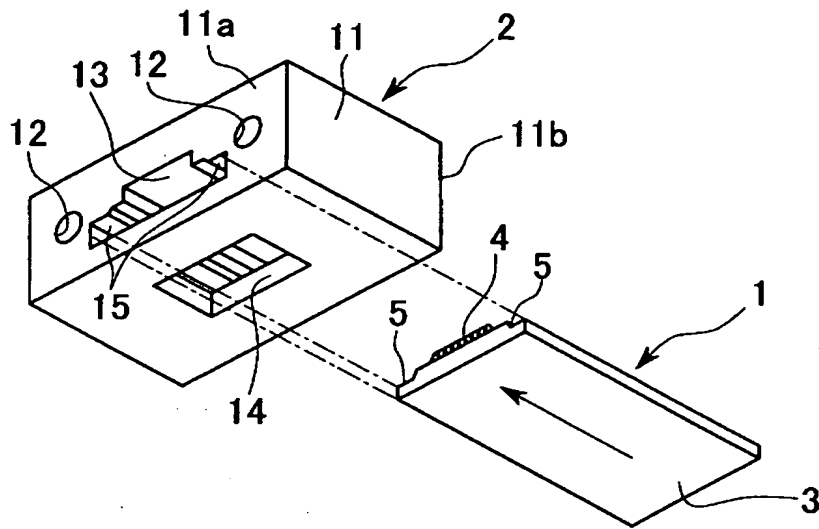
- 1 1 a 一端面
- 1 1 b 他端面
- 1 2 ガイドピン挿入孔
- 1 3 貫通孔
- 1 4 キャビティ
- 1 5 段差
- 2 1 半導体レーザ
- 3 1, 3 1 a, 3 1 b Si サブマウント
- 4 1 光素子ハウジング部材
- 4 2 Si サブマウント
- 4 3 貫通孔
- 4 4 段差
- 4 5 段差
- 5 1 半導体光増幅器
- 5 2 Si サブマウント
- 5 3 段差
- 5 5 斜め溝
- 5 6 ミラー
- 5 7 バンプ
- 5 8 受光素子
- 6 1 Si サブマウント
- 6 2 セラミック板
- 6 3 a, 6 3 b Si 基板
- 6 4 電磁遮蔽板
- 6 5 段差
- 6 6 V溝ミラー
- 6 8 平板マイクロレンズ
- 7 3 光ファイバ接続端部材
- 7 4 貫通孔



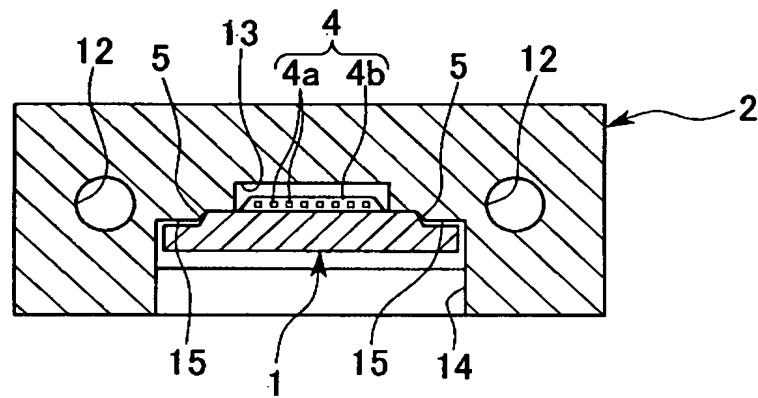
- 7 5 平板マイクロレンズ
- 7 6 板バネ
- 8 1 S i サブマウント
- 8 2 面発光半導体レーザ
- 8 3 受光素子
- 8 4 段差
- 8 5 光ファイバ接続端部材
- 8 6 段差
- 9 1 S i 基板
- 9 2 光導波路層

【書類名】 図面

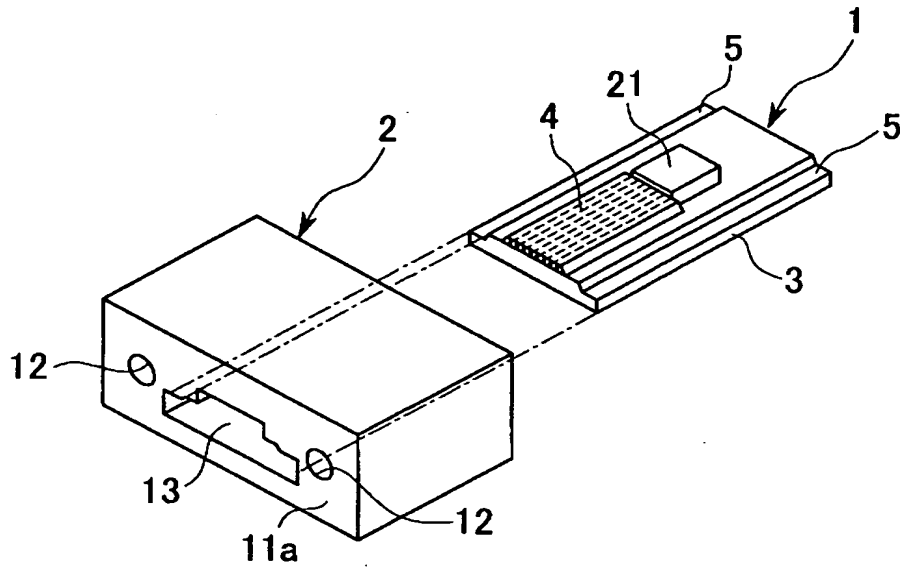
【図 1】



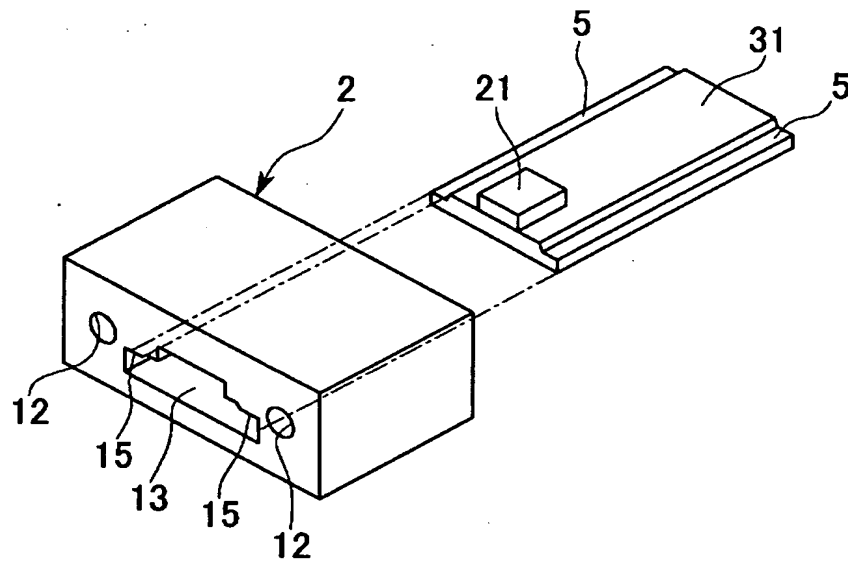
【図 2】



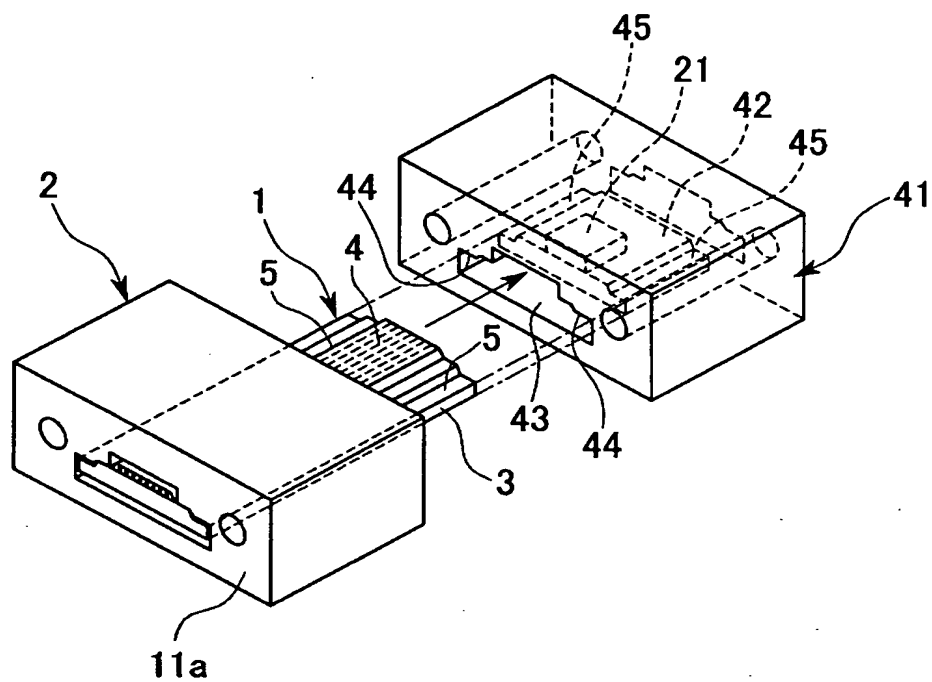
【図 3】



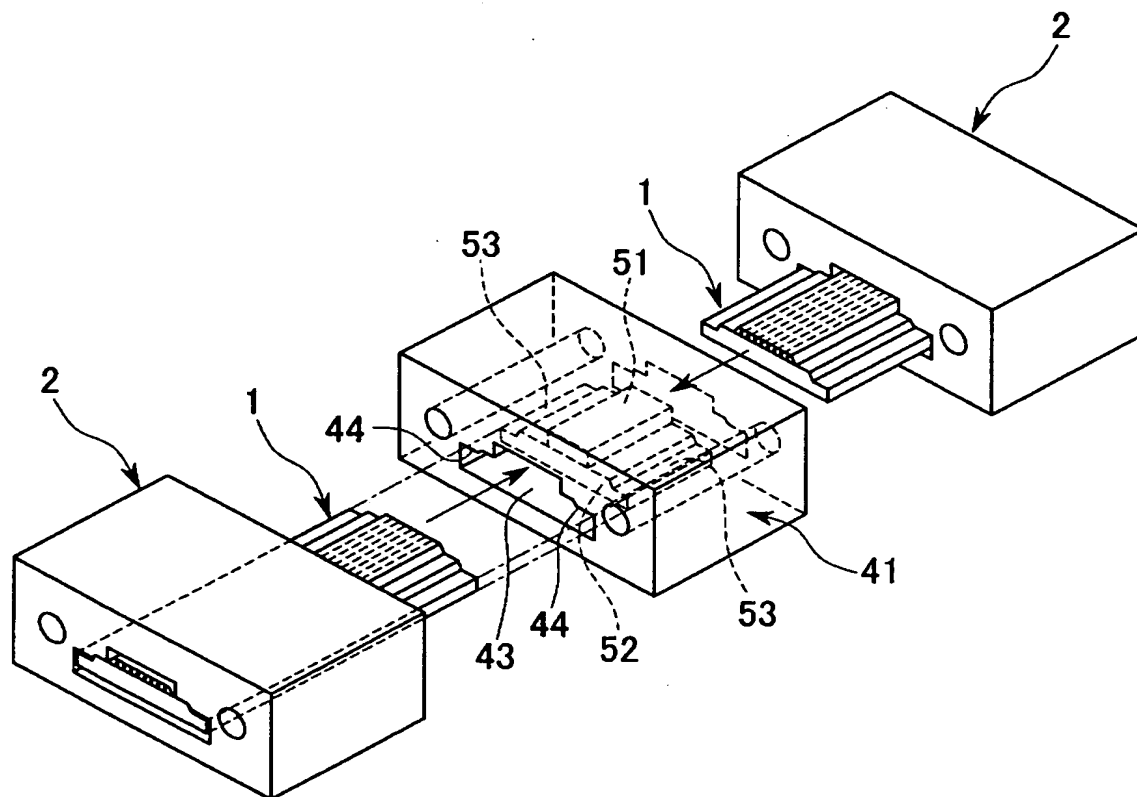
【図 4】



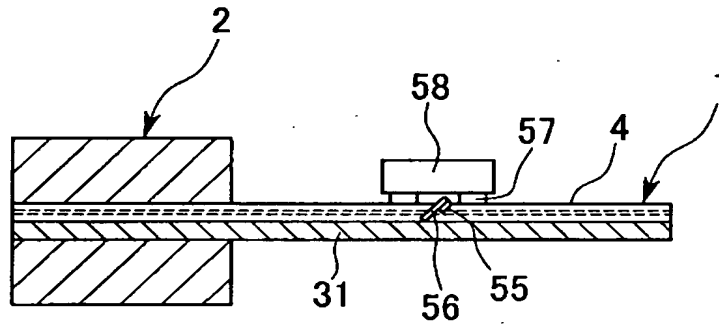
【図 5】



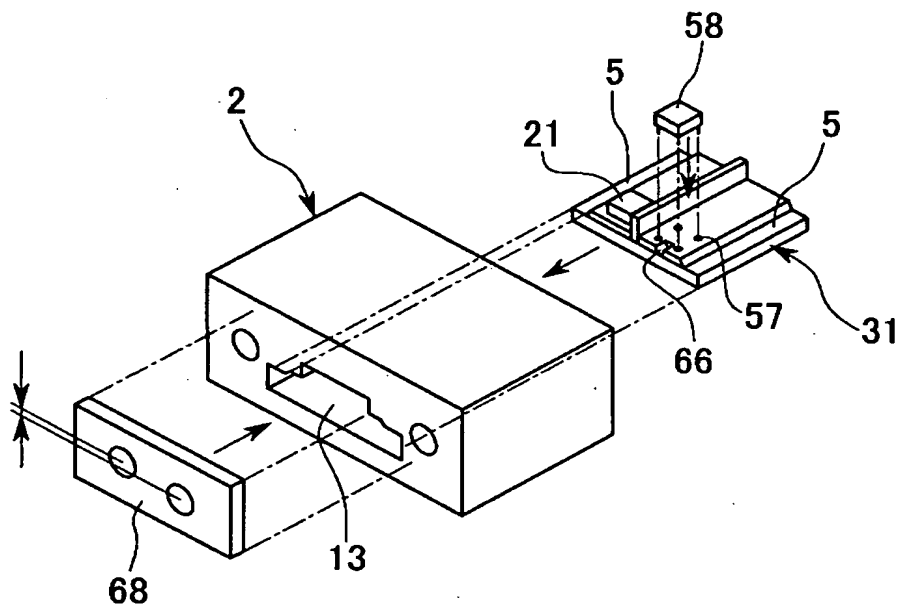
【図 6】



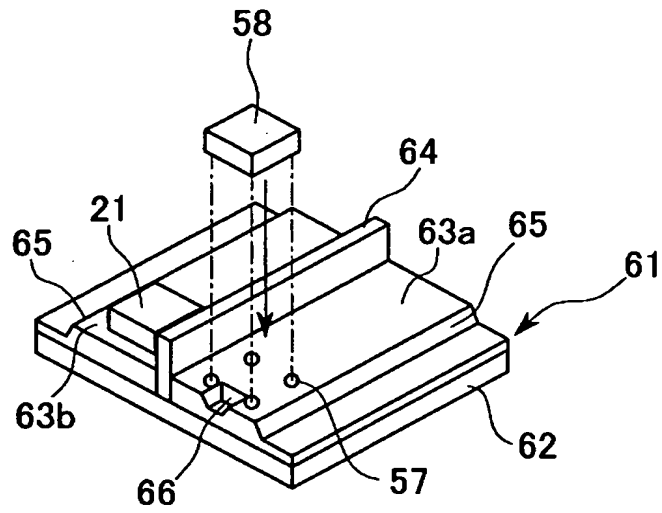
【図 7】



【図 8】

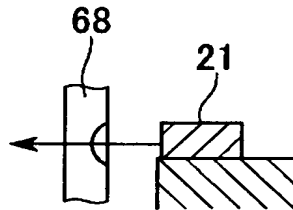


【図 9】

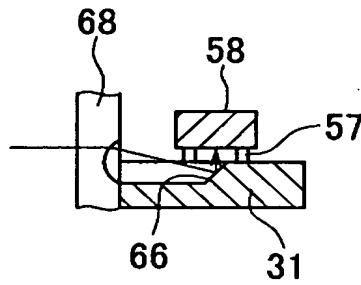


【図 1 0】

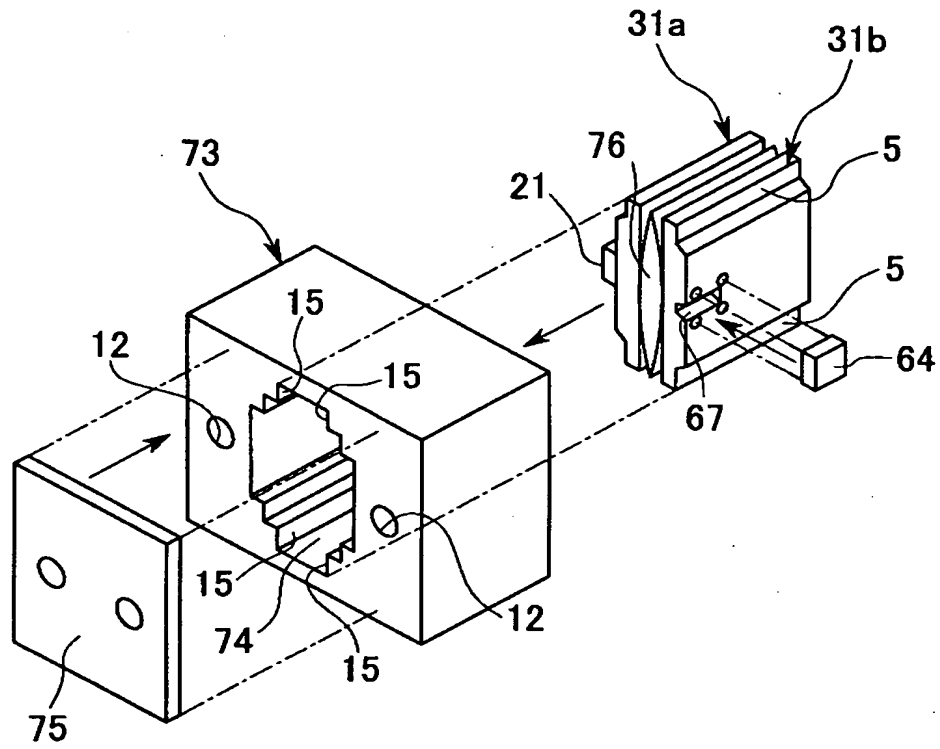
(a)



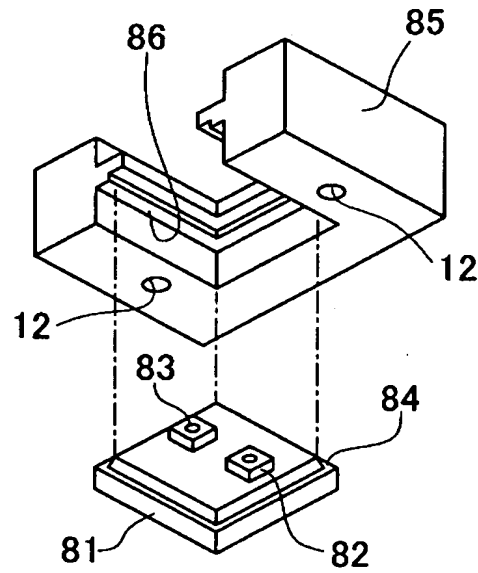
(b)



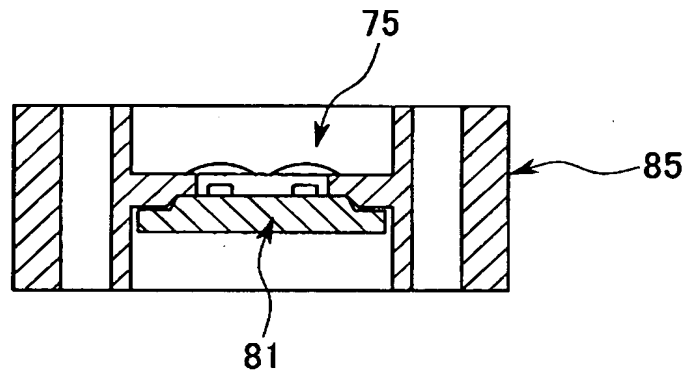
【図 1 1】



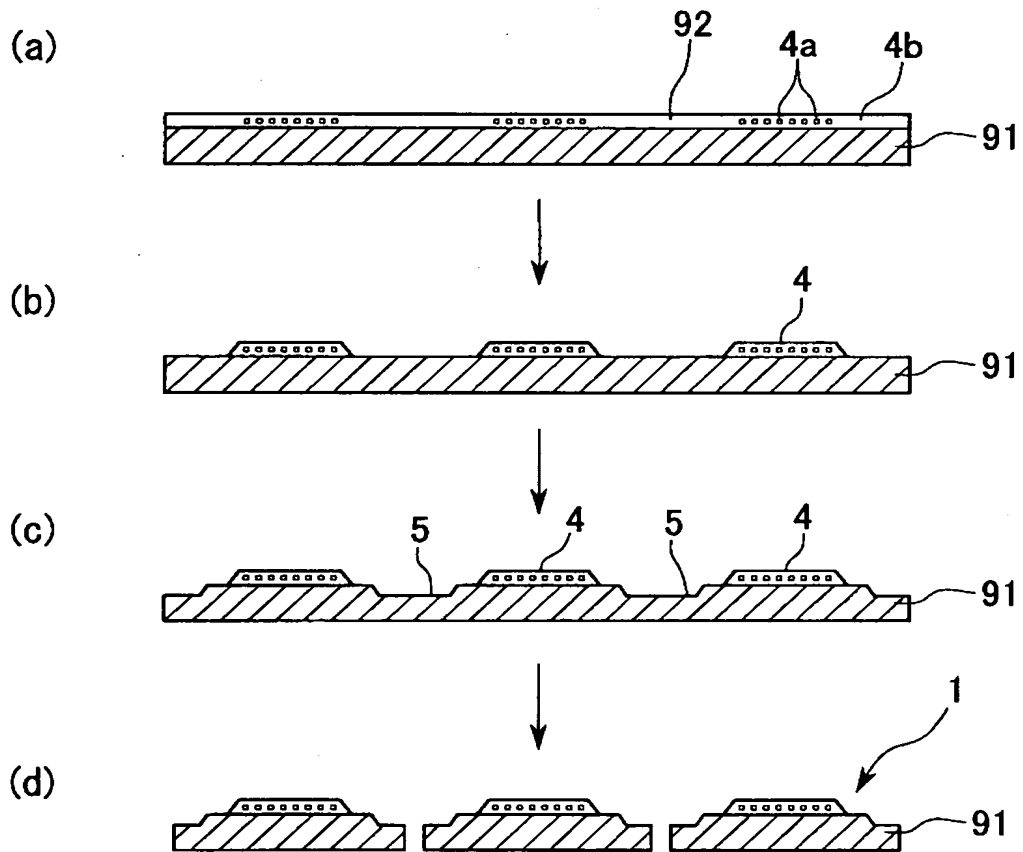
【図 1 2】



【図 13】

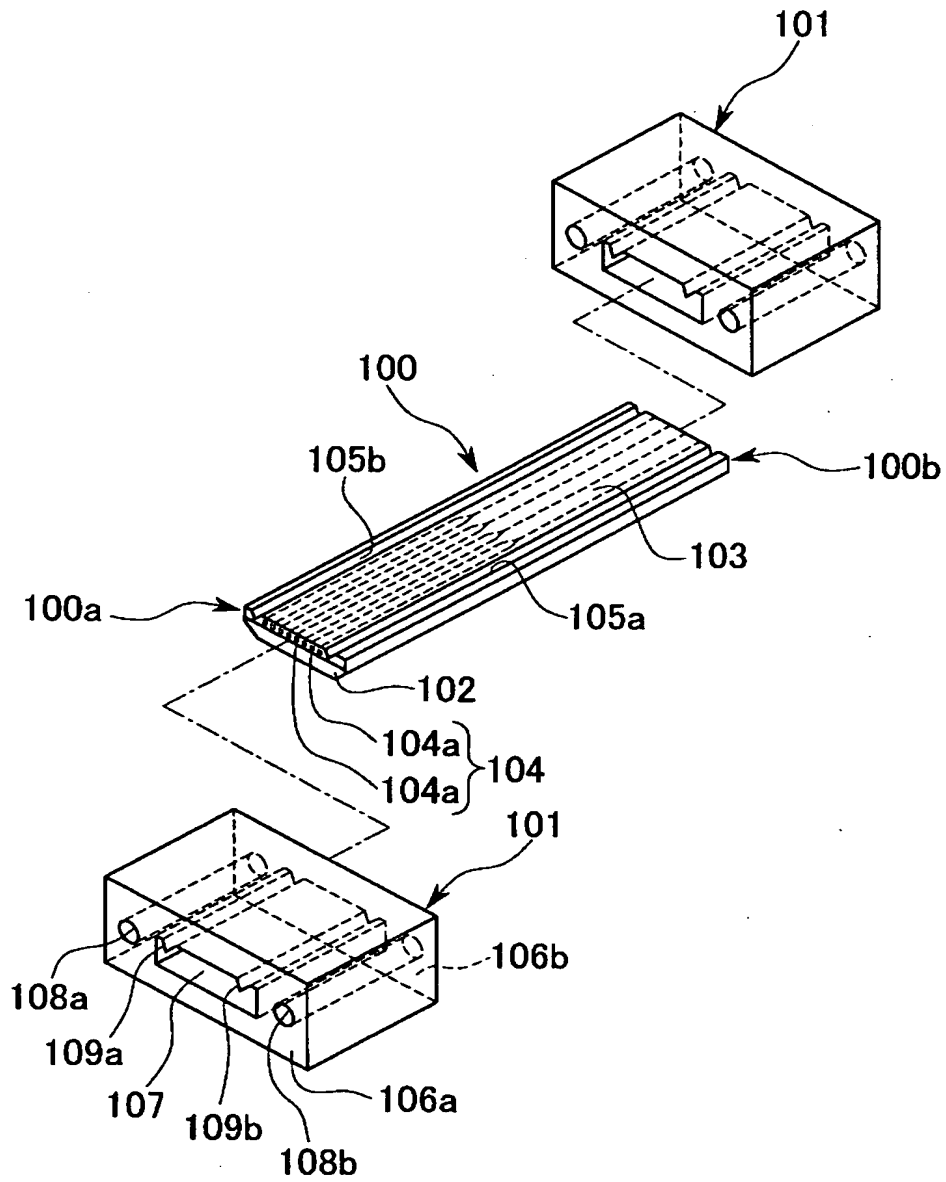


【図 14】

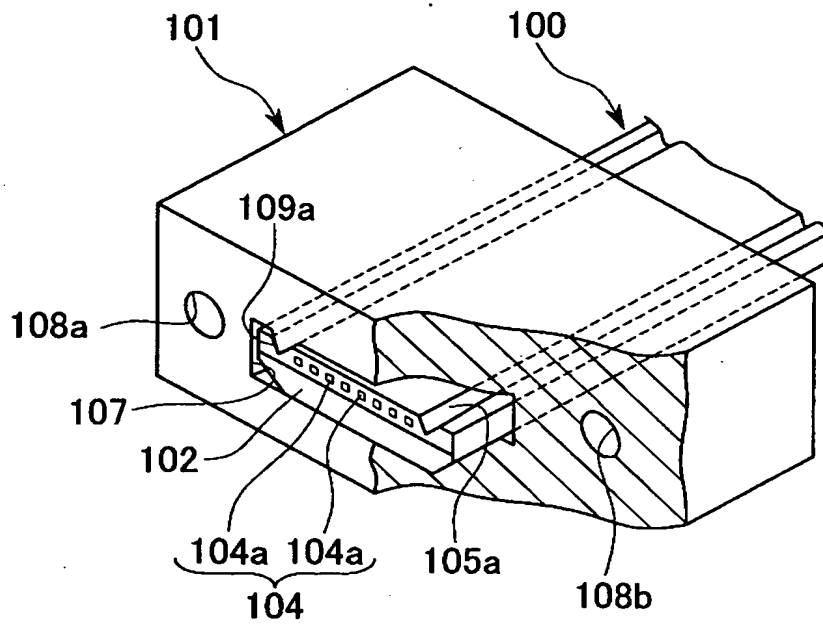




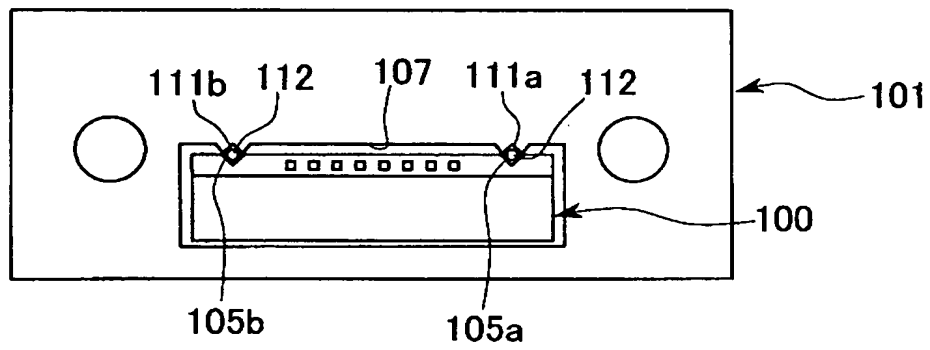
【図 1 5】



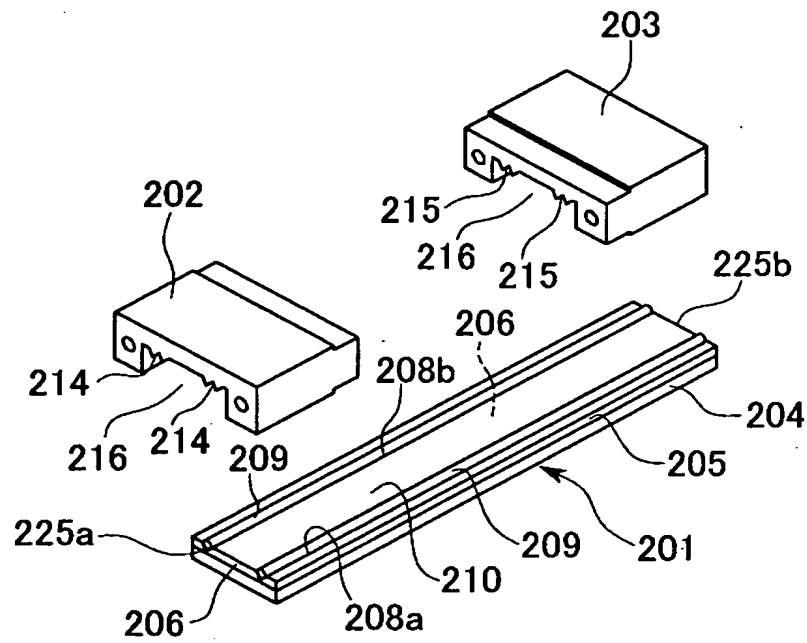
【図 16】



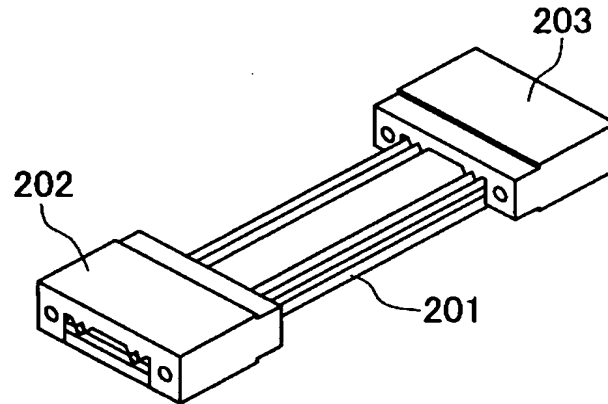
【図 17】



【図 18】



【図 19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 基板の光導波路または基板に搭載された光素子と、光ファイバ接続端部材に接続される光ファイバコネクタの光ファイバまたは光素子ハウジング部材に設けられた光素子とを、無調芯かつ高精度に接続することができ、しかも簡素な構造で、安定的に実現することができる基板、光ファイバ接続端部材、光素子ハウジング部材、光モジュール及び基板の製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明の基板は、光導波路 4 を備えた基板 1 の少なくとも一方の側に位置決め用の段差 5 が形成されていることを特徴とする。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

|         |                          |
|---------|--------------------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 0 - 1 4 0 8 5 9 |
| 受付番号    | 5 0 0 0 0 5 9 1 7 3 4    |
| 書類名     | 特許願                      |
| 担当官     | 伊藤 雅美 2 1 3 2            |
| 作成日     | 平成 1 2 年 5 月 2 2 日       |

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

|          |                   |
|----------|-------------------|
| 【識別番号】   | 000004237         |
| 【住所又は居所】 | 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 |
| 【氏名又は名称】 | 日本電気株式会社          |

【代理人】

申請人

|          |  |
|----------|--|
| 【識別番号】   | 100108578                                      |
| 【住所又は居所】 | 東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ<br>ル 志賀国際特許事務所 |
| 【氏名又は名称】 | 高橋 詔男  |

【代理人】

|          |  |
|----------|--|
| 【識別番号】   | 100064908                                      |
| 【住所又は居所】 | 東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ<br>ル 志賀国際特許事務所 |
| 【氏名又は名称】 | 志賀 正武  |

【選任した代理人】

|          |  |
|----------|--|
| 【識別番号】   | 100101465                                      |
| 【住所又は居所】 | 東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ<br>ル 志賀国際特許事務所 |
| 【氏名又は名称】 | 青山 正和  |

【選任した代理人】

|          |  |
|----------|--|
| 【識別番号】   | 100108453                                      |
| 【住所又は居所】 | 東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ<br>ル 志賀国際特許事務所 |
| 【氏名又は名称】 | 村山 靖彦  |

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区芝五丁目7番1号

氏 名 日本電気株式会社